

RELAÇÃO CARDIOTORÁCICA E ESCALA CARDÍACA VERTEBRAL EM CUTIAS DE DORSO PRETO CLINICAMENTE NORMAL (DASYPROCTA PRYMNOLOPHA, WAGLER 1831)

CARDIOTHORACIC RATIO AND VERTEBRAL HEART SCALE IN CLINICALLY NORMAL BLACK-RUMPED AGOUTIS (DASYPROCTA PRYMNOLOPHA, WAGLER 1831)

► **Charlys Rhands Coelho de Moura**

Universidade Federal do Piauí- UFPI

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0000-0001-9380-6596>

► **Danielle Climaco Marques**

Universidade Federal do Piauí- UFPI: Doutoranda.

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0000-0003-0406-2834>

► **Renan Paraguassu de Sá Rodrigues**

Universidade Federal do Cariri-UFCA

ORCID-iD: <https://orcid.org/0000-0002-8108-4669>

► **Laecio da Silva Moura**

Universidade Federal do Piauí- UFPI: Estágio Pós-Doutoral

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0000-0002-6070-2763>

► **Eduardo Antonio Lima Oliveira**

Universidade Federal do Piauí: Discente.

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0009-0000-0313-8011>

► **José Luís de Sousa Santana**

Universidade Federal do Piauí: Mestrando.

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0000-0003-1793-8401>

► **Maria Alice Batista Araujo**

Universidade Federal do Piauí: Discente.

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0009-0005-2133-3642>

► **Rita de Cassia Viana**

Universidade Federal do Piauí: Discente.

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0009-0005-9626-9569>

► **Rebeca Araújo Dias**

Centro Universitário Uninovafapi, Brasil

Teresina-PI. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9997-2480>

► **Francisco das Chagas Araújo Sousa**

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

Teresina-PI. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7244-9729>

► **Flávio Ribeiro Alves**

Universidade Federal do Piauí: Docente.

Teresina-PI. ORCID-iD: <https://orcid.org/0000-0002-4935-3486>

RESUMO

Roedores silvestres, como a paca (*Cuniculus paca*), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), preá-da-rocha (*Kerodon rupestris*), porquinho-da-índia (*Cavia aperea*) e a cutia-preta (*Dasyprocta prymnolopha*), são intensamente caçados na Amazônia e nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro. Para a preservação dessas espécies, são necessárias informações sobre sua anatomia, fisiologia e fisiopatologia. Este estudo objetivou padronizar a Escala Vertebral do Coração (VHS) e a Proporção Cardiorádica (RCT) em cutias-pretos clinicamente normais, além de comparar os resultados desses métodos, amplamente utilizados na avaliação da silhueta cardíaca em animais domésticos. Foram avaliadas doze cutias-pretos saudáveis (seis machos e seis fêmeas), provenientes do Núcleo de Estudos e Conservação de Animais Silvestres da Universidade Federal do Piauí. Realizaram-se radiografias nas projeções laterais direita e esquerda e dorsoventral. Os valores médios de VHS foram $8,00 \pm 0,31$ vértebras para machos e $8,11 \pm 0,41$ vértebras para fêmeas, sem diferença estatística entre sexos ou decúbitos ($P > 0,05$). A RCT apresentou médias de $0,51 \pm 0,03$ para machos e $0,52 \pm 0,02$ para fêmeas, igualmente sem diferenças estatísticas ($P > 0,05$). Observou-se correlação positiva entre VHS e RCT. Conclui-se que ambos os métodos apresentam precisão clínica semelhante na avaliação cardíaca da cutia-preto.

Palavras-chave: cutia-preta, Brasil, silhueta cardíaca, radiologia, roedores, escala vertebral.

ABSTRACT

Wild rodents, such as the lowland paca (*Cuniculus paca*), capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), rock cavy (*Kerodon rupestris*), guinea pig (*Cavia aperea*), and black-rumped agouti (*Dasyprocta prymnolopha*), are intensely hunted in the Amazon and the semi-arid regions of Northeastern Brazil. For the preservation of these species, information on their anatomy, physiology, and pathophysiology is essential. This study aimed to standardize the Vertebral Heart Scale (VHS) and the Cardiothoracic Ratio (RCT) in clinically normal black-rumped agoutis, as well as to compare the results of these two methods, which are widely used to assess the cardiac silhouette in domestic animals. Twelve healthy black-rumped agoutis (six males and six females), obtained from the Center for Studies and Conservation of Wild Animals at the Federal University of Piauí, were evaluated. Radiographs were performed in right and left lateral and dorsoventral projections. Mean VHS values were 8.00 ± 0.31 vertebrae for males and 8.11 ± 0.41 vertebrae for females, with no statistically

significant differences between sexes or recumbencies ($P > 0.05$). The RCT presented means of 0.51 ± 0.03 for males and 0.52 ± 0.02 for females, also with no significant differences ($P > 0.05$). A positive correlation between VHS and RCT was observed. It is concluded that both methods exhibit similar clinical accuracy in the cardiac assessment of the black-rumped agouti.

Keywords: Black-rumped agouti, Brazil, cardiac silhouette, radiology, rodents, vertebral scale.

INTRODUÇÃO

A investigação de doenças cardíacas por meio de modalidades de diagnóstico por imagem é amplamente utilizada na medicina veterinária (WAGNER, 2005). No entanto, os valores de referência ainda não foram completamente estabelecidos para a maioria das espécies silvestres, e há pouca informação na literatura sobre a padronização de técnicas para a investigação de doenças cardíacas (BLACK, 2011; ESTRADA, 2009; GARDNER, 2007; HEATLEY, 2009; ONUMA, 2009; STEPIEN, 1999).

O exame radiográfico da cavidade torácica fornece uma avaliação rápida e não invasiva do tórax, disponibilizando informações clínicas valiosas sobre o parênquima pulmonar, a silhueta cardíaca e a vasculatura pulmonar (LITSTER, 2000; LITSTER, 2000).

Para avaliar a silhueta cardíaca, Buchanan e Bücheler propuseram um método quantitativo para mensurar a silhueta cardíaca, correlacionando duas dimensões desta com o comprimento das vértebras torácicas, denominado Escala Cardíaca Vertebral (ECV). Inúmeros estudos demonstraram que a ECV é um parâmetro importante para determinar alterações no tamanho do coração em espécies domésticas, como gatos (*Felis catus*, Linnaeus 1758) e cães (*Canis familiaris*, Linnaeus 1758) (GHADIRI, 2008; LEAL, 2005).

Além disso, a Relação Cardiotorácica (RCT), comumente utilizada em medições cardíacas na medicina, contribuiu para a investigação da fisiopatologia do miocárdio em humanos (CHAMBERS, 1995; DIMOPOULOS, 2013; GIAMOUZIS, 2008; HEMINGWAY, 1998; HEMINGWAY, 1998). O principal objetivo do RCT é correlacionar anomalias na massa do ventrículo esquerdo e a disfunção sistólica, que é um dos principais preditores de mortalidade por doença coronariana (SCHILLACI, 2009).

Em animais, o RCT demonstrou correlação significativa para determinar alterações no tamanho do coração em primatas não humanos (SCHILLACI, 2010; SCHILLACI, 2009).

O objetivo deste estudo foi padronizar os valores normais da Escala Cardíaca Vertebral (VHS) e da Relação Cardiotorácica (RCT) em cutias-de-garupa-preto (*Dasyprocta prymnolopha*, Wagler 1831) e comparar esses dois métodos, para verificar a interação entre esses dois índices de mensuração cardíaca nessa espécie. Esses dados pretendem fornecer informações básicas para a interpretação radiográfica de doenças cardíacas na cutia-de-garupa-preto, contribuindo para o diagnóstico, tratamento e preservação clínica da espécie.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Doze cutias-de-garupa-preto saudáveis (*Dasypus septemcinctus*, Wagler 1831) foram obtidas do Núcleo de Estudos e Conservação de Animais Silvestres da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, Brasil. A idade média dos indivíduos foi de aproximadamente 2 anos. Os animais foram divididos em dois grupos, contendo seis machos e seis fêmeas, após avaliação clínica para exclusão de indivíduos com qualquer grau de sopro cardíaco ou alterações à auscultação dos lobos pulmonares. Exame ecocardiográfico também foi realizado para excluir doenças valvares, sobrecarga cardíaca, bem como distúrbios da função sistólica e diastólica na amostra estudada (Heatley, 2009)¹

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí (UFPI; Protocolo nº 0117/2010), bem como pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasil (Protocolo nº 26101-1).

Protocolo anestésico

O cloridrato de petidina (Dolosal, Cristália, São Paulo, Brasil) foi administrado na dose de 5 mg/kg, por via intramuscular, como pré-anestésico, 15 minutos antes da indução anestésica. Em seguida, foi administrada uma combinação de 35 mg/kg de cloridrato de cetamina (Dopalen, Vetbrands, São Paulo, Brasil) e 1 mg/kg de cloridrato de xilazina (Anasedan, Vetbrands, São Paulo, Brasil), ambos por via intramuscular. Metade da dose da mesma combinação foi utilizada para manutenção da anestesia (Sleeper & Buchanan, 2001)². A pressão arterial, frequência cardíaca e frequência respiratória foram monitoradas durante todo o procedimento.

Exame radiográfico

Os animais foram posicionados em decúbito esternal, lateral direito e lateral esquerdo, para obtenção das projeções torácicas dorsoventral (DV) e laterolateral, respectivamente. Todos os exames foram realizados utilizando um equipamento de raio-x (Ray Tec 300 mA, São Paulo, Brasil), localizado no Serviço de Diagnóstico por Imagem do Hospital Veterinário Universitário da UFPI. O aparelho foi calibrado com uma distância foco-filme de 1 metro e técnicas de exposição de 45 kVp e 0,1 mAs. As imagens foram capturadas em um chassi de 18 × 24 cm contendo placas de fósforo (AGFA Health Care, São Paulo, Brasil). Os chassís foram escaneados pelo processador digital de imagens AGFA CR30-X e armazenados para posterior análise (Toal et al., 1985)³¹.

Mensuração do VHS

O tamanho cardíaco vertebral (VHS) para todas as cutias-de-garupa-preto foi calculado utilizando as projeções radiográficas laterais, conforme previamente descrito (Litster et al., 2005; Litster & Buchanan, 2000)²□²². Foram realizadas medições padronizadas dos eixos longo e curto do coração e das vértebras torácicas médias. As medidas foram registradas em milímetros e o número de corpos vertebrais torácicos abrangidos (v) por cada dimensão foi anotado, iniciando-se a partir da T4. As medidas dos eixos longo e curto da silhueta cardíaca, mensuradas em corpos vertebrais, foram somadas para determinar o tamanho cardíaco vertebral (Buchanan & Bücheler, 1995)□.

Relação cardiotorácica

A relação cardiotorácica (RCT) foi calculada pela razão entre o maior diâmetro da silhueta cardíaca e a maior distância entre as paredes torácicas (ao nível da sétima vértebra torácica) nas projeções ventrodorsal e dorsoventral (Schillaci et al., 2009)²□. Neste estudo, as projeções radiográficas DV foram adquiridas durante o pico inspiratório, a fim de garantir a máxima expansão torácica (Silverman & Morgan, 1980)²□.

Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software BioEstat, versão 3.0 (BioEstat, Belém, Pará, Brasil). Os dados foram testados quanto à distribuição normal por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov. As médias dos grupos masculino e feminino, para os parâmetros VHS e RCT, foram comparadas utilizando o teste t de Student, considerando um intervalo de confiança de 5% ($P < 0,05$) (Leal et al., 2005)¹□.

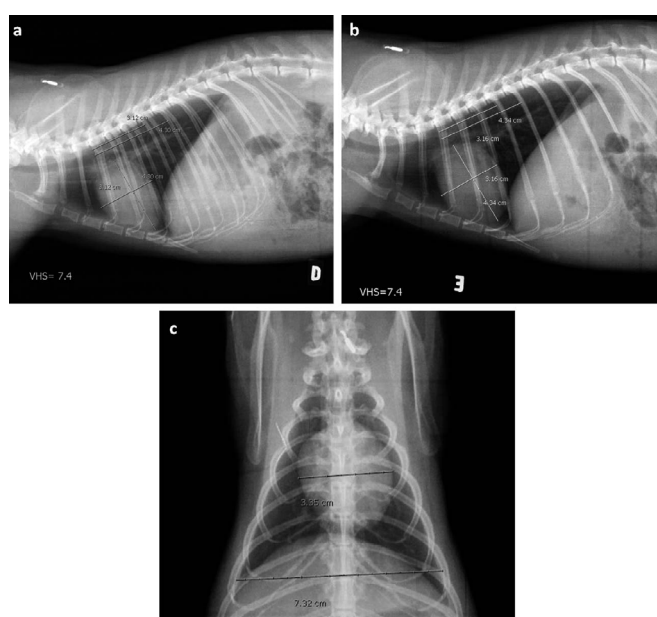


Figura 1: Imagem radiográfica da cavidade torácica de uma cutia-de-dorso-preto registrada por radiografia digital. Em (a), projeção lateral direita (a) e (b), projeção lateral esquerda com o desenho para o cálculo do VHS. Em (c), projeção dorsoventral ideal com o desenho para o cálculo do RCT.

RESULTADOS

A silhueta cardíaca dos animais estava situada entre o terceiro e o quinto espaços intercostais, no mediastino médio, tanto nas projeções laterais direita quanto esquerda. O tamanho cardíaco vertebral (VHS) na projeção lateral direita nos machos apresentou um valor médio de $8,00 \pm 0,31v$, enquanto na projeção esquerda foi de $8,11 \pm 0,41v$. Não foi observada diferença estatística entre as projeções ($P > 0,05$). Para as fêmeas, o VHS na projeção lateral direita apresentou média de $8,08 \pm 0,39v$ e de $8,13 \pm 0,24v$ na esquerda. Da mesma forma, não houve diferença estatística entre os decúbitos ($P > 0,05$).

Quando o VHS foi comparado entre machos e fêmeas em ambas as projeções laterais, não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$). Assim, como não houve diferença entre machos e fêmeas, o VHS na projeção lateral direita para ambos foi de $8,04 \pm 0,34v$ e de $8,12 \pm 0,32v$ para a projeção esquerda, sem diferença significativa entre as projeções laterais ($P > 0,05$).

Os valores médios da relação cardiorádica (RCT) foram de $0,51 \pm 0,03$ para os machos e de $0,52 \pm 0,02$ para as fêmeas, não havendo diferença estatística entre os sexos. A RCT considerando machos e fêmeas conjuntamente foi de $0,51 \pm 0,03$.

O VHS e a RCT apresentaram correlação positiva ($y = 0,078x - 0,120$; $r^2 = 0,77$ para a projeção lateral direita, e $y = 0,085x - 0,184$; $r^2 = 0,82$ para a projeção lateral esquerda), considerando a RCT como variável dependente.

O estudo do diâmetro torácico e cardíaco nos machos revelou valores médios de $6,72 \pm 0,61$ cm e $3,48 \pm 0,30$ cm, respectivamente. Nas fêmeas, esses valores foram de $6,61 \pm 0,51$ cm e $3,50 \pm 0,30$ cm, respectivamente. Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) ao se avaliar a diferença entre as médias dos diâmetros torácico e cardíaco entre machos e fêmeas.

Os diâmetros torácico e cardíaco, tanto nos machos (decúbito lateral direito: $y = 0,434x + 0,563$; $r^2 = 0,75$) quanto nas fêmeas (decúbito lateral esquerdo: $y = 0,576x - 0,310$; $r^2 = 0,96$), apresentaram correlação positiva, sendo que nas fêmeas foi observada uma correlação forte.

Escala Vertebral do Coração (VHS)

Sexo	Projeção Lateral Direita	Projeção Lateral Esquerda
Fêmea	$8,08 \pm 0,39^a$	$8,13 \pm 0,24^a$
Macho	$8,04 \pm 0,34^a$	$8,12 \pm 0,32^a$

Relação Cardiorádica (CTR)

Sexo	Valor
Fêmea	$0,52^a$
Macho	$0,51^a$

^a = Sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P > 0,05$).

Tabela 1: Valores comparativos medidos para a escala cardíaca vertebral e razão cardiotorácica entre as projeções laterais direita e esquerda em cutias de dorso preto.

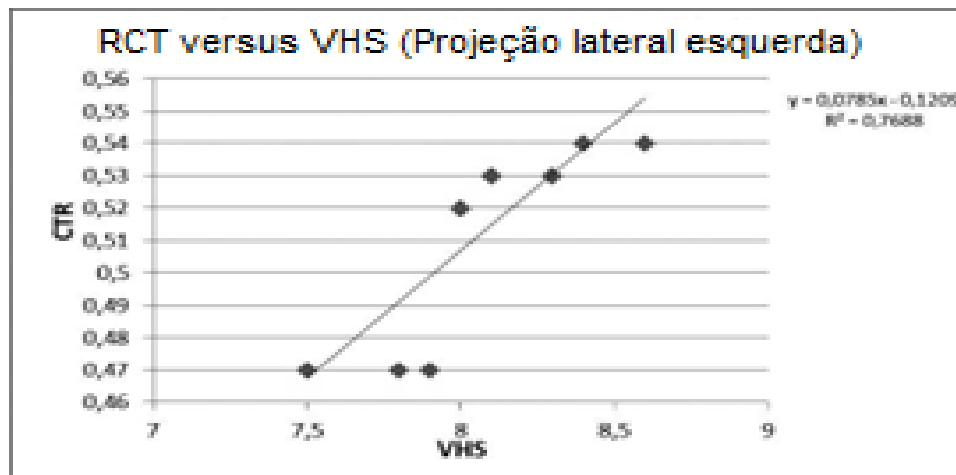


Figura 2: Correlação linear entre o VHS na projeção lateral direita e a razão cardiotorácica em cutias de uropígio preto.

DISCUSSÃO

Uma das características mais importantes de *Dasyprocta prymnolopha* é a pequena variação na conformação torácica, o que resulta em poucas variações nos parâmetros obtidos (DINIZ, 2013). Além disso, a relação cardiotorácica (RCT) utilizada em outras espécies demonstrou que este parâmetro é um indicador do estado de saúde em espécies de animais silvestres, nas quais animais que apresentam valores mais elevados de RCT são mais propensos a desenvolver doenças miocárdicas (SCHILLACI, 2010; SCHILLACI, 2009).

Recentemente, foi descrita uma correlação positiva entre o comprimento da cavidade torácica e os corpos vertebrais, sugerindo o uso dessas medidas para quantificar aumentos no tamanho cardíaco em cutias-preto e macacos-prego (ALVES, 2012; DINIZ, 2013). De maneira semelhante, as medidas do comprimento das vértebras T4, T5 e T6 mostraram correlação positiva com o comprimento e a largura do coração (ALVES, 2012), sustentando a hipótese de utilização do VHS (Vertebral Heart Size) para avaliar aumentos no volume cardíaco em cutias-preto, conforme proposto por Buchanan e Bücheler para cães (BUCHANAN, 1995; TOAL, 1985). Elevada correlação também foi observada no presente estudo entre o diâmetro cardíaco e torácico, corroborando os achados relatados pelos mesmos autores.

A média das medidas do VHS entre machos e fêmeas de cutias-preto foi de $8,04 \pm 0,34v$, a qual apresenta um desvio padrão menor do que os valores de referência para cães ($9,7 \pm 0,7v$) (SLEEPER, 2001), entretanto, é semelhante ao desvio padrão relatado em gatos domésticos adultos ($7,5 \pm 0,30v$) (LITSTER, 2005). Um VHS de $7,68 \pm 0,41v$ foi recentemente relatado para cutias-preto, semelhante ao encontrado na presente pesquisa (DINIZ, 2013). Tais similaridades confirmam a homogeneidade da conformação torácica e da silhueta cardíaca das espécies do gênero *Dasyprocta*, reforçando a confiabilidade dos valores numéricos mensurados no presente estudo. O VHS das cutias-preto analisadas foi inferior ao medido para o macaco-prego ($9,42 \pm 0,44v$) (WAGNER, 2005).

e para o porco-espinho (*Atelerix albiventris*) (BLACK, 2011), mas superior aos valores observados em furões (*Mustela putorius furo*; $5,39 \pm 0,45$ na projeção lateral) (ONUMA, 2009)

Neste estudo, os valores de RCT das cutias-preto não apresentaram diferenças entre machos e fêmeas. De maneira similar, estudos realizados em macacos *Macaca tonkeana* e *M. cyclopis* também não demonstraram diferenças entre os sexos (SCHILLACI, 2009).

O coração das cutias-preto neste experimento ocupou cerca de 43% da cavidade torácica. Em macacos rhesus (*Macaca mulatta*), o coração ocupou entre 45% e 56% da espessura torácica transversal (SILVERMAN, 1980). As razões de RCT observadas nesta espécie estavam estreitamente relacionadas ao estado de saúde do animal. As cutias-preto incluídas neste estudo não apresentaram sopros cardíacos, com campos pulmonares audíveis, sem estertores ou estridores. Estudos realizados em seres humanos demonstraram uma associação significativa entre o RCT, a desnutrição e a anemia, condições que podem levar a alterações nos sons cardíacos normais à auscultação (CHEN, 2011). Além disso, o RCT foi um preditor de 13% de mortalidade em pacientes com doença cardíaca de qualquer natureza (GAO, 2009).

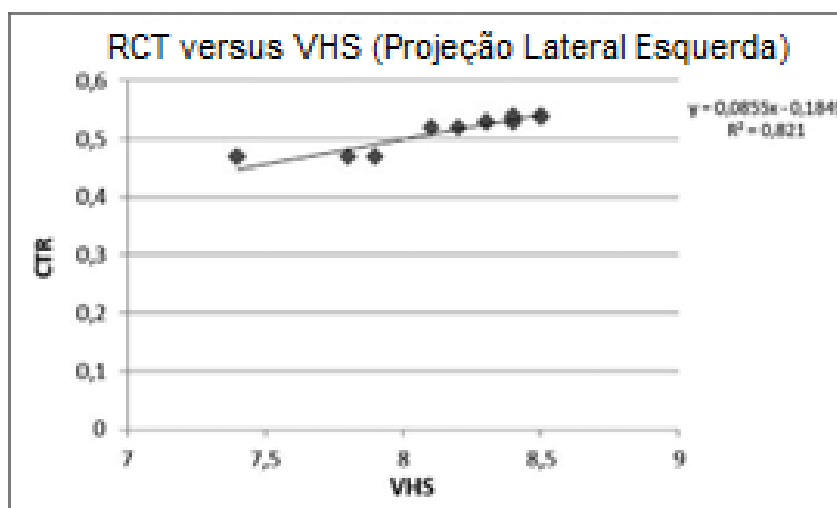


Figura 3: Correlação linear entre o VHS na projeção lateral esquerda e a razão cardiotorácica em cutias de cauda preto.

Diâmetro Torácico e Cardíaco em Cutias-Preto (*Dasyprocta prymnolopha*)

Parâmetro	Fêmea	Macho
Diâmetro torácico	$6,61 \pm 0,51^a$ cm	$6,72 \pm 0,61^b$ cm
Diâmetro cardíaco	$3,50 \pm 0,30^a$ cm	$3,48 \pm 0,30^b$ cm

^a, ^b = Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P < 0,05$).

Tabela 2: Valores comparativos medidos para os diâmetros torácicos e cardíacos entre cutias-de-dorso-preto fêmeas e machos

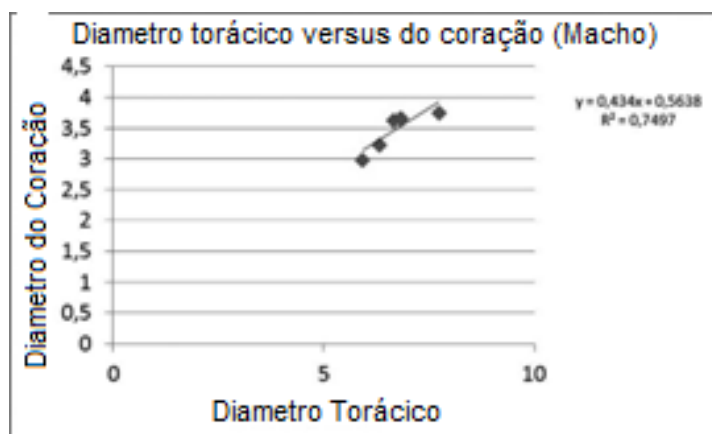


Figura 4: Correlação linear entre o diâmetro torácico e cardíaco em cutias machos de dorso preto.

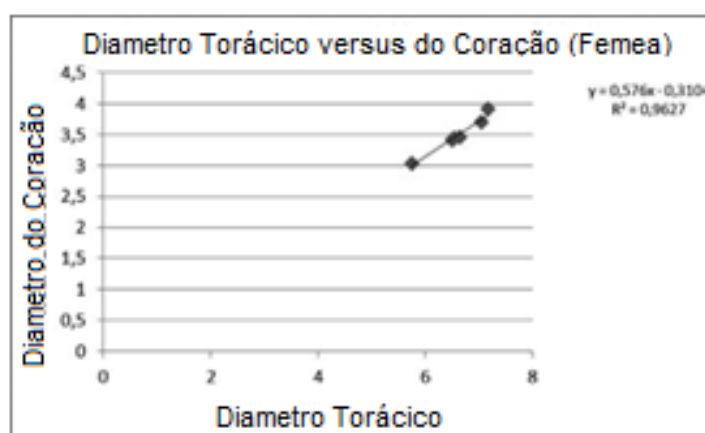


Figura 5: Correlação linear entre o diâmetro torácico e cardíaco em cutias machos de dorso preto.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstra que a RCT e a VHS em cutias-de-dorso-preto apresentam uma correlação positiva na mensuração do tamanho da silhueta cardíaca. Utilizando este modelo animal, a RCT demonstra-se como uma potencial ferramenta diagnóstica e investigativa para alterações no tamanho da silhueta cardíaca. Estudos futuros que realizem VHS e RCT em cutias-de-rúgbi-preto com sinais de doença cardíaca são necessários. Além disso, sugere-se o uso da VHS e da RCT para avaliar o tamanho da silhueta cardíaca em outras espécies selvagens de interesse.

REFERÊNCIAS:

- ALVES, F. R. et al. Anatomical and radiographic appearance of the capuchin monkey thoracic cavity (*Cebus paella*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, p. 1345-1350, 2012.
- BLACK, P. A. et al. Cardiac assessment of African hedgehogs (*Atelerix albiventris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 42, p. 49-53, 2011.

- BUCHANAN, J. W.; BÜCHELER, J. Vertebral scale systems to measure canine heart size in radiographs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 206, p. 194-199, 1995.
- BUCHHOLTZ, E. A.; BOOTH, A. C.; WEBBINK, K. E. Vertebral anatomy in the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*: a developmental and evolutionary analysis. *Anatomical Record (Hoboken)*, v. 290, p. 624-637, 2007.
- CHAMBERS, J. Left ventricular hypertrophy: an underappreciated coronary risk factor. *BMJ*, v. 31, p. 273-274, 1995.
- CHEN, K. H. et al. Cardiothoracic ratio association with mortality in patients on maintenance peritoneal dialysis. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, v. 15, p. 81-88, 2011.
- DA ROCHA, A. R. et al. Hematopoietic progenitor constituents and adherent cell progenitor morphology isolated from black-rumped agouti (*Dasyprocta prymnolopha*, Wagler 1831) bone marrow. *Microscopy Research and Technique*, v. 75, p. 1376-1382, 2012.
- DIMOPOULOS, K. et al. Cardiothoracic ratio from postero-anterior chest radiographs: a simple, reproducible and independent marker of disease severity and outcome in adults with congenital heart disease. *International Journal of Cardiology*, v. 166, p. 453-457, 2013.
- DINIZ, A. A. N. et al. Thoracic and heart biometrics of non-anesthetized agouti, *Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831 measured on radiographic images. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, p. 411-416, 2013.
- ESTRADA, A. H. et al. Cardiac evaluation of clinically healthy captive maned wolves, *Chrysocyon brachyurus*. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 40, p. 478-486, 2009.
- FOX, M. B. C. et al. Hematologic and serum biochemistry reference values in wild-caught white-footed tamarins (*Saguinus leucopus*) housed in captivity. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 39, p. 548-557, 2008.
- GAO, N.; KWAN, B. C.; CHOW, K. M. Longitudinal changes of cardiothoracic ratio and vascular pedicle width as predictors of volume status during one year in Chinese peritoneal dialysis patients. *Kidney and Blood Pressure Research*, v. 32, p. 45-50, 2009.
- GARDNER, A. et al. Radiographic evaluation of cardiac size in flying fox species (*Pteropus rodricensis*, *P. hypomelanus*, and *P. vampyrus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 38, p. 192-200, 2007.
- GHADIRI, A. et al. Radiographic measurement of vertebral heart size in healthy stray cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 10, p. 61-65, 2008.
- GIAMOYZIS, G. et al. A propensity-matched study of the association of cardiothoracic ratio with morbidity and mortality in chronic heart failure. *American Journal of Cardiology*, v. 101, p. 343-347, 2008.
- HEATLEY, J. J. Cardiovascular anatomy, physiology and disease of rodent and small exotic mammals. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 12, p. 99-113, 2009.
- HEMINGWAY, H. et al. Cardiothoracic ratio and relative heart volume as predictors of coronary heart disease mortality. *European Heart Journal*, v. 1, p. 859-869, 1998.
- HEMINGWAY, H. et al. Is cardiothoracic ratio in healthy middle aged men an independent predictor of coronary heart disease mortality? Whitehall study 25 year follow up. *BMJ*, v. 16, p. 1353-1354, 1998.
- LEAL, I. R. et al. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. *Conservation Biology Journal*, v. 19, p. 701-706, 2005.

- LITSTER, A. et al. Radiographic cardiac size in cats and dogs with heartworm disease compared with reference values using the vertebral heart scale method: 53 cases. *Journal of Veterinary Cardiology*, v. 7, p. 33-40, 2005.
- LITSTER, A. L.; BUCHANAN, J. W. Radiographic measurement of the heart in obese cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 41, p. 320-325, 2000.
- LITSTER, A. L.; BUCHANAN, J. W. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 216, p. 210-214, 2000.
- ONUMA, M. et al. Radiographic measurement of cardiac size in 64 ferrets. *Journal of Veterinary Medical Science*, v. 71, p. 355-358, 2009.
- OSOFSKY, A. et al. Determination of normal blood concentrations of lead, zinc, copper, and iron in Hispaniolan Amazon parrots (*Amazona ventralis*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*, v. 15, p. 31-36, 2001.
- SCHILLACI, M. A. et al. Radiographic measurement of the cardiothoracic ratio in a feral population of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). *Radiography*, v. 16, p. 163-166, 2010.
- SCHILLACI, M. A.; PARISH, S.; JONES-ENGEL, L. Radiographic measurement of the cardiothoracic ratio in pet macaques from Sulawesi, Indonesia. *Radiography*, v. 15, p. 29-33, 2009.
- SILVERMAN, S.; MORGAN, J. P. Thoracic radiography of the normal rhesus macaque (*Macaca mulatta*). *American Journal of Veterinary Research*, v. 41, p. 1704-1719, 1980.
- SILVERMAN, S.; SUTER, P. F. Influence of inspiration and expiration on canine thoracic radiographs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 166, p. 502-510, 1975.
- SLEEPER, M. M.; BUCHANAN, J. W. Vertebral scale system to measure heart size in growing puppies. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 219, p. 57-59, 2001.
- STEPIEN, R. L.; BENSON, K. G.; FORREST, L. J. Radiographic measurement of cardiac size in normal ferrets. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 40, p. 606-610, 1999.
- TOAL, R. L.; LOSONSKY, J. M.; COULTER, D. B. Influence of cardiac cycle on the radiographic appearance of the feline heart. *Veterinary Radiology*, v. 26, p. 63-69, 1985.
- WAGNER, W. M.; KIRBERGER, R. M. Radiographic anatomy of the thorax and abdomen of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 46, p. 217-224, 2005.
- WARE, W. A. Overview of cardiac radiography. In: WARE, W. A. (ed.). *Cardiovascular disease in small animal medicine*. London: Manson Publishing, 2007. p. 34-46.